



Instalação e Configuração do Geant4

R. M. Lima*, M. A. Leigui de Oliveira, P. Chimenti

Universidade Federal do ABC-UFABC

Resumo

Uma das principais dificuldades enfrentadas no trabalho com o Geant4 está justamente na fase inicial, momento no qual se dispensa um tempo considerável para instalar e configurar seus aplicativos. No sentido de otimizar o tempo de um usuário iniciante, desenvolvemos esse trabalho em que descrevemos em detalhes as principais etapas do processo de instalação. Por se destinar principalmente aos membros do Projeto Neutrinos Angra, abordamos também nesse trabalho, de maneira rápida e sucinta, aspectos da aplicação do Geant4 nas simulações da geometria do detector de antineutrinos deste projeto.

*e-mail: ronaldo.lima@ufabc.edu.br

1 Introdução

O Geant4 é uma excelente ferramenta na simulação de interações entre partículas, seus processos físicos e de detecção. Suas aplicações são vastas e abrangem desde a Física Médica até a Física de Altas Energias, sendo amplamente utilizado, nesse campo, para as simulações detalhadas de detectores de partículas. Apesar de o Geant4 oferecer um guia bastante completo para o uso de suas ferramentas, existe ainda uma grande carência em relação à sua instalação e configuração de seus aplicativos. Portanto fez-se necessário a elaboração de um guia simplificado que descrevesse o passo-a-passo de todo o processo. Deste modo um usuário que tenha simplesmente um computador com a versão adequada de Linux pode ser capaz de instalar e de trabalhar com o Geant4.

2 Instalação

O Geant4 exige como pré-requisitos mínimos a compatibilidade de versões do Linux e do compilador, que são respectivamente:

- **Linux** - Scientific Linux CERN(SLC3 ou SLC4) ou Fedora 9;
- **Compilador** - g++ gcc3.2.3 ou 3.4.5.

Uma vez cumpridos esses requisitos mínimos, o processo de instalação passa por dois passos importantes: a instalação do CLHEP(*ClassLibraryforHighEnergyPhysics*) e a instalação e configuração do Geant4.

2.1 CLHEP

O CLHEP tem código aberto e por isso várias versões encontram-se disponíveis em [1]. Acessando, e fazendo o *download* do código fonte da versão 2.0.3.1, obtemos o arquivo “clhep-2.0.3.1.tgz”. É necessário descompactar o arquivo gerado, e após descompactá-lo obtemos o arquivo 2.0.3.1. Este, por sua vez, deve ser movido para a pasta de usuário e depois seguem-se os comandos para a instalação completa do CLHEP:

- `mkdir clhep`
- `cd clhep`
- `/home/usuário/2.0.3.1/CLHEP/configure -prefix=/home/usuário/clhep`
- `make`
- `make check`
- `make install`

É importante dizer que existe também uma segunda opção de fazer a instalação no diretório “CLHEP” que está localizado em “/home/usuário/2.0.3.1”. Para este caso a sequência de comandos a ser seguida após descompactar o arquivo *.tgz* e movê-lo para a pasta do usuário é:

- `cd 2.3.0.1/CLHEP`
- `./configure -prefix=/home/usuário/2.3.0.1/CLHEP`
- `make`
- `make check`
- `make install`

A diferença básica entre as duas opções é o local onde vão ser instalados todos os arquivos e bibliotecas do CLHEP. Isto é importante, pois durante a instalação do Geant4 essa localização é requisitada. Portanto, temos que as localizações para as duas opções, respectivamente, são:

- `/home/usuário/clhep`
- `/home/usuário/2.0.3.1/CLHEP`.

2.2 Geant4

Após a instalação do CLHEP partimos para o mesmo procedimento com o Geant4. Algumas versões, tanto do código fonte como pré-compiladas, encontram-se disponíveis no *site* do Geant4. Usualmente obtém-se a última versão disponível do código fonte. Entretanto, as versões mais recentes podem conter algum aplicativo ainda em fase de testes e que, portanto, ainda seja instável. Isso ocorre devido ao caráter experimental de tal aplicativo, e é avisado ao usuário no momento da configuração do sistema. Sendo assim é oferecida ao usuário a opção de usar ou não esse aplicativo, fato que não ocorre em caso de versões pré-compiladas.

O primeiro passo para a instalação do Geant4 é fazer o *download* da versão “Geant4.9.1.p03.tar.gz” no endereço [2]. Além do código fonte do Geant4 é preciso fazer o *download* de alguns arquivos de dados dos principais processos físicos sofridos pelas partículas, e esses arquivos são:

- **Neutron data files with thermal sections - Version 3.12**
- **Data files for low energy electromagnetic processes - Version 5.1**
- **Data files for photon evaporation - Version 2.0**
- **Data files for radioactive decay hadronic processes - Version 3.2**
- **Data files for nuclear shell effects in INCLA/ABLA hadronic model - Version 3.0**

Após ter descompactado todos os arquivos de dados, estes devem ser agrupados em um único diretório, ao qual daremos o nome de “data”. Este arquivo deve ser alocado dentro do diretório “geant4.9.1”, gerado após a descompactação do código fonte. Para iniciar o processo de instalação é necessário criar um diretório na área do usuário, que chamaremos de “geant4”, onde instalaremos o *software* e para onde deve ser movido o arquivo “geant4.9.1”. Seguem-se os dois primeiros comando para iniciar o processo de instalação:

- `cd/home/usuário/geant4`
- `./Configure -build`

Para facilitar o procedimento de instalação é interessante ler atentamente as instruções oferecidas no início do processo. Após as instruções se inicia uma série de perguntas, nas quais se pode optar pelos aplicativos que devem ser instalados, e em alguns casos onde alguns desses aplicativos devem ser instalados. Seguem-se as perguntas e suas respectivas respostas:

1. **Multiple machines?** - [y].
2. **Onde instalar o Geant4?** - `/home/usuário/geant4/geant4.9.1` .
3. **Copiar tudo em um único “header”** - [y].
4. **Arquivos de dados foram encontrados no diretório “data”, deseja mudar?** - Para mudar digitar [Enter].
5. **Especificar onde o CLHEP está instalado:** - A resposta vai depender do endereço que foi escolhido (subseção anterior), Ex.: `/home/usuário/clhep`.
6. **Quer construir bibliotecas “shared(.so)”?** - [y]
7. **Quer construir as bibliotecas “static” também?** - [y]
8. **Quer construir as bibliotecas “global”?** - [y]
9. **Quer definir as bibliotecas “granular” também?** - [y]
10. **As bibliotecas “global” são usadas como padrão. Prefere usar as bibliotecas “granular”em vez disso?** - [n]
11. **Quer usar DEBUG?** - [n]
12. **Se as variável `G4UI_NONE` for definida não será possível construir as bibliotecas UI. Quer definir essa variável?** - [n]
13. **`G4UI_BUILD_XAW_SESSION`; `G4UI_USE_XAW`?** - [n]
14. **`G4UI_BUILD_XM_SESSION`; `G4UI_USE_XM`?** - [n] - Esse aplicativo requer que o sistema possua o Motif, o não uso desse aplicativo não acarreta grandes perdas na instalação do Geant4.
15. **`G4UI_BUILD_QT_SESSIONS`; `G4UI_USE_QT`?** - [n] - Aplicativo em caráter experimental nessa versão.
16. **`G4VIS_NONE`?** - [n] - Usar esse aplicativo impossibilita o uso de qualquer ferramenta de visualização.
17. **`G4VIS_BUILD_OPENGLX_DRIVER`; `G4VIS_USE_OPENGLX`?** - [y]
18. **`G4VIS_BUILD_OPENGLXM_DRIVER`; `G4VIS_USE_OPENGLXM`?** - [n] - O uso desse aplicativo depende diretamente do uso do item 14 dessa subseção.

19. `G4VIS_BUILD_DRAW_DRIVER`; `G4VIS_USE_DRAW?` - [y]
20. `G4VIS_BUILD_OIX_DRIVER`; `G4VIS_USE_OIX?` - [n] - Esse aplicativo requer o uso do OpenInventor, mas essa ferramenta de visualização não é gratuita.
21. `G4VIS_BUILD_RAYTRACER_DRIVER`; `G4VIS_USE_RAYTRACER?` - [y]
22. `G4VIS_BUILD_VRML_DRIVER`; `G4USE_VRML?` - [y]
23. `G4VIS_BUILD_OPENGLQT_DRIVER`; `G4VIS_USE_OPENGLQT?` - [n] - Em caráter experimental nessa versão.
24. `G4LIB_BUILD_GDML?` - [n]
25. `G4LIB_BUILD_G3TOG4?` - [n]
26. `G4LIB_BUILD_ZLIB (HepRep vis driver)?` - [y]
27. `G4ANALYZIS_USE?` - [y]
28. **Digite [Enter]** - Depois de selecionar todos os aplicativos, inicia-se a compilação.

Após a compilação deve-se digitar o seguinte comando `<./Configure>`. Este comando vai gerar um executável que irá carregar as variáveis de ambiente toda vez que inicializar o Geant4.

2.3 Edições Necessárias

Para que o Geant4 reconheça e carregue todas as variáveis de ambiente, é preciso editar o arquivo `“.bashrc”`. As informações que devem ser inseridas são:

- `export CLHEP_BASE_DIR=/home/usuario/clhep`
`export OGLHOME=/usr/X11R6`
- `PATH=$PATH:$HOME/bin export`
- `PATH=:$CLHEP_BASE_DIR/bin:$OGLHOME/bin:$PATH export`
- `LD_LIBRARY_PATH=$CLHEP_BASE_DIR/lib:$OGLHOME/lib:`
`$LD_LIBRARY_PATH`

3 AngraSimulations

O grupo de simulação do Projeto Neutrinos Angra possui um repositório SVN, cujo endereço é encontrado em [3]. Nesse repositório encontram-se disponíveis todas as versões do código “AngraSimulations”, bem como a atualização mais recente do mesmo. Entretanto, um usuário que possua `username` e senha pode obter a última versão do código seguindo os comandos abaixo:

- `svn checkout svn.ufabc.edu.br/angra -username <usuário>`

Com o uso do comando supracitado é gerado, na pasta do usuário, o diretório “angra” que contém todas as simulações do projeto Neutrinos Angra. Para fazer alguma modificação segue o comando:

- `cd angra/AngraSimulation/trunk/AngraSimulations/`

Após fazer alguma modificação é necessário enviar as modificações de volta ao repositório, e para isso usar o comando:

- `svn commit -m “algum comentário sobre a modificação feita” -username “usuário”`

Maiores informações podem ser obtidas sobre o uso do repositório SVN mediante o uso do comando: `man svn`. Esse comando permite ter acesso, no terminal, a uma pequena documentação com instruções básicas sobre o uso dessa ferramenta. No entanto é possível obter uma descrição mais detalhada e completa sobre o uso do SVN em [4].

3.1 *AngraSimulations*

O código da simulação de Angra conta com algumas opções de uso que vão influenciar diretamente na forma que o programa irá funcionar. Primeiro, é preciso acessar o diretório “~/angra/AngraSimulation/trunk/AngraSimulations” e compilar o código usando o comando `gmake`. Esse comando gera o executável “AngraSimulations” no endereço: “~/geant4/bin/Linux-g++”, que deve ser movido para o diretório “~/angra/AngraSimulation/trunk/AngraSimulations”.

O Geant4 permite ainda a utilização de algumas ferramentas de visualização como o OpenGL, HepRep, entre outros. O código da simulação AngraSimulations foi desenvolvido para utilizar o HepRep. Um aplicativo em Java que, de nome **HepRApp.jar**, é usado em arquivos “.heprep”, através dos quais o Geant4 apresenta os dados que vão gerar a visualização. O **HepRApp.jar** encontra-se disponível para *download* e pode ser obtido gratuitamente no *site* em [5]. É aconselhável que o aplicativo seja alocado no mesmo diretório “~/angra/AngraSimulation/trunk/AngraSimulations” pela comodidade de não ter que fornecer o seu endereço toda vez que for usá-lo.

O processo de compilação e a geração do executável seguem o padrão do *software*. No entanto, a simulação dispõe de algumas opções de manipulação do executável que permitem ter mais controle sobre o resultado obtido de acordo com comando que for utilizado. Ao digitar no terminal o comando `./AngraSimulations -h`, é possível ter acesso a um pequeno menu de opções, que aparecerá no terminal da seguinte forma:

The possible options are:

-h : this menu

-b : BATCH mode

-g GEOMETRY : GEOMETRY is 0 for Copo de Caipirinha, for D_Chooz.

-s SCRIPT : SCRIPT is the name of the G4script.

-o FILENAME : FILENAME is the name of file used to store the simulation results

Cada opção acima permite ao usuário obter um tipo de saída diferente. Segue portanto, uma descrição rápida do resultado esperado em cada uma dessas opções:

1. Execução Automática

Também chamada de modo BATCH, a execução automática manipula o código de maneira autônoma. Ao digitar no terminal o comando `./AngraSimulations -b`, a simulação será inicializada e utilizará uma macro definida previamente como padrão (`run1.mac`) executando todas as definições contidas na mesma. Nesse modo não é gerado o arquivo de visualização, apenas um arquivo de saída com extensão `.txt`, cujo nome é **SimulationOutput.txt**. Este arquivo contém coordenadas das trajetórias das partículas geradas a cada evento. O que se obtém no arquivo de saída são linhas como as descritas abaixo:

```
EVENT 0 36988
TRAJECTORY 0 7477 1 opticalphoton 0 0 4.84e-07 2.57602e-06 -5.75243e-06 6
POINTS 6 -63.1198 66.8629 -415.49 -34.9747 216.661 -750 -34.3016 220.243
-758 -19.9139
296.82 -929 -18.9043 302.193 -94122.6601 523.413 -1435
```

Pode-se destacar nessas linhas a identificação da partícula, da sua carga e sua trajetória que é descrita por um conjunto de coordenadas (x , y e z) desde o ponto inicial até o ponto final. Tais informações fornecidas pela simulação podem ser usadas posteriormente para alimentar histograma em ROOT [6], por exemplo.

2. Escolha de Geometria

A segunda opção do menu permite ao usuário escolher qual geometria deve ser usada na simulação. Sendo assim, temos:

- `./AngraSimulations -g 0`: geometria D_Chooz (ver figura 1A);
- `./AngraSimulations -g 1`: geometria Copo de Caipirinha (ver figura 1B);
- `./AngraSimulationr -g 2`: geometria Robusto (ver figura 1C).

Após rodar o executável por essa opção do menu, um arquivo de texto (**SimulationOutput.txt**) com as informações da simulação é criado. Além disso o Geant4 gera um arquivo com extensão “.heprep” que permite visualizar aspectos da simulação com o uso do comando: `java -jar HepRApp.jar G4Data0.heprep`. O resultado dessa visualização pode ser constatado na figura 1.

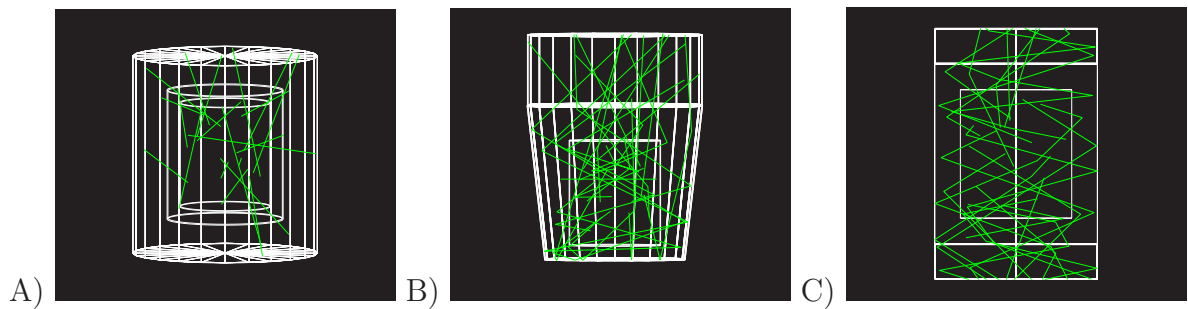


Figura 1: Visualização das Geotrias A)D_Chooz, B)Copo de Caipirinha e C)Robusto gerada pelo aplicativo **HepRApp.jar**.

3. Escolha do *Script*

O Geant4 permite o uso de macros que contenham, previamente definidas, opções como o tipo de partícula lançada no detector, a geometria usada e uma série de outras informações que possam ser adicionadas à simulação. Assim sendo, várias dessas macros podem ser criadas e utilizadas para diversas configurações do estudo que está sendo desenvolvido. A versão do código disponível no SVN conta com três macros, e elas podem ser escolhidas de acordo os comandos abaixo:

- `./AngraSimulations -s run1.mac`
- `./AngraSimulations -s vis.mac`
- `./AngraSimulations -s prod.mac`

É importante ressaltar que o arquivo texto (“AngraSimulationsOutput.txt”) e o arquivo de visualização é gerado ou não de acordo com o que está definido na macro que está sendo usada (apenas a macro “vis.mac” está preparada pra gerar visualização).

4. Escolha do arquivo de saída

O uso dessa opção do menu permite ao usuário dar nome ao arquivo de saída. Poder nomear esse arquivo facilita o uso do mesmo para análise posterior. Portanto com o uso do comando:

- `./AngraSimulations -o <nome do arquivo>`

o Geant4 realiza uma simulação usando uma macro e uma geometria definidas previamente como padrão (no atual contexto essa opção usa como padrão a geometria “D_Chooz” e a macro “vis.mac”) gerando no final um arquivo de saída com o nome que foi escolhido. Se por exemplo for digitado no terminal o comando `./AngraSimulations -o test.txt`, o resultado será um arquivo de texto cujo nome é **test.txt** com as mesmas características do arquivo citado no item 1. Pelo fato de esta opção usar como padrão a macro **vis.mac**, temos então a geração do arquivo de visualização **G4Data0.heprep**, que, portanto, com o uso do comando `java -jar HepRApp.jar G4Data0.heprep`, se pode observar o mesmo resultado apresentado na figura 1A.

5. Execução Combinada

Como o próprio nome sugere, nessa forma de execução é possível combinar as opções descritas acima, de acordo com a conveniência do usuário. Ao digitar, por exemplo, o comando:

- `./AngraSimulations -g 2 -o teste.txt`

o usuário estará combinando parâmetros dos item **2** e **4**. Isso significa que com o uso dessas permite ao usuário escolher a geometria e o nome do arquivo texto, que serão respectivamente o **desenho robusto** (vide figura 1C) e **teste.txt**. É possível, também, escolher a geometria e a macro usadas na simulação, opção que se mostra bastante útil quando se têm várias configurações a serem estudadas na simulação. Portanto, se usarmos o comando `./AngraSimulation -g 1 -s run1.mac`, teremos as atribuições definidas na macro **run1.mac** na geometria **Copo de Caipirira** (vide figura 1B).

4 Conclusão

As dificuldades que surgem com a instalação e com a configuração do Geant4 exigem um tempo de dedicação extra na fase inicial do trabalho, desenvolvemos nesse documento uma descrição passo a passo da configuração do sistema para executar o código de simulação da geometria do detector do projeto Angra Neutrinos. É óbvio que este documento não é suficiente para sanar todas as dúvidas em relação ao Geant4 e ao código da simulação *AngraSimulations*, no entanto esse tutorial contém as instruções básicas e necessárias a alguém que queira iniciar um trabalho com essa ferramenta.

Referências

- [1] CLHEP (Class Library for High Energy Physics): <http://proj-clhep.web.cern.ch/proj-clhep/DISTRIBUTION/>.
- [2] Geant4: <http://geant4.web.cern.ch/geant4/support/download.shtm>.
- [3] Repositório da simulação do Projeto Neutrinos Angra: <http://svn.ufabc.edu.br/angra>.
- [4] <http://subversion.tigris.org/>.
- [5] <http://www.slac.stanford.edu/~perl/HepRApp/HepRApp.jar>.
- [6] The ROOT System Home Page: <http://root.cern.ch/>.